

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 07-136818

(43) Date of publication of application : 30.05.1995

(51) Int.CI.

B23B 37/00  
B23H 9/00  
B23Q 15/12  
B26F 1/26  
B28D 1/14

(21) Application number : 05-286994

(71) Applicant : SOUZOU KAGAKU:KK

(22) Date of filing : 16.11.1993

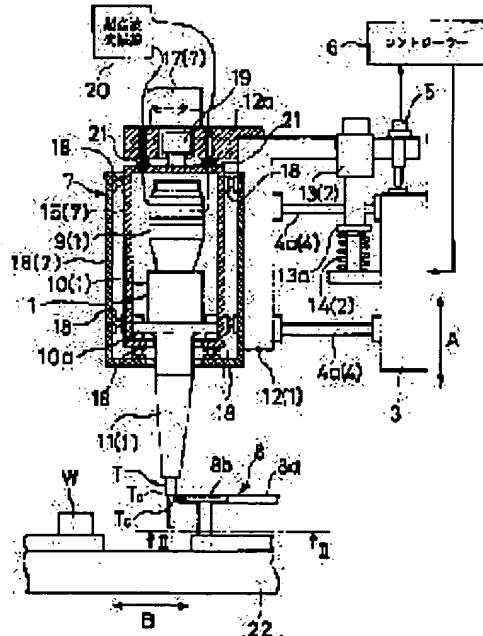
(72) Inventor : MASUZAWA TAKAHISA  
HAYASHI KAZUYUKI  
MIYASHITA KINYA

## (54) ULTRASONIC DRILLING, WORKING DEVICE THEREFOR AND WORKING TOOL THEREFOR

### (57) Abstract:

PURPOSE: To carry out ultrasonic drilling of very fine diameter by mounting an ultrasonic tool at high vertical accuracy on an ultrasonic oscillator unit.

CONSTITUTION: A working device for ultrasonic drilling is provided with an ultrasonic oscillator unit 1, on which an ultrasonic tool T is mounted, a working pressure setting means for abutting the tool T on a work W at a specific initial working pressure, a mobile table 3 for displacing the ultrasonic oscillator unit in relation to the work W, a unit supporting means 4 for supporting the tare of the ultrasonic oscillator unit 1, a displacement detection sensor 5 for detecting the displacement of the position, and a controller 6 for controlling the feeding velocity and/or feeding quantity of the movable table 3. When drilling is to be carried out, a tool material To of the ultrasonic tool T is mounted on the ultrasonic oscillator unit 1, and a tool edge part Tc is formed on the tool material To by means of a wire discharge cutting means 8 while rotating the ultrasonic oscillator unit 1 or intermittently moving the unit in rotation at a specific angle, so as to align the unit at high accuracy around the center of rotation.



**BEST AVAILABLE COPY**

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3629281

[Date of registration] 17.12.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-136818

(43)公開日 平成7年(1995)5月30日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号
B 2 3 B 37/00		9029-3C
B 2 3 H 9/00	Z	9239-3C
B 2 3 Q 15/12	Z	
B 2 6 F 1/26	G	7411-3C
B 2 8 D 1/14		9029-3C

F I

技術表示簡所

審査請求 未請求 請求項の数 7 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-286994

(71)出願人 591012266

(22)出願日 平成5年(1993)11月16日

神奈川県川崎市宮前区宮崎150

(72) 究明者 増沢 隆久

神奈川県鎌倉市笛田442番地 5

(72)発明者 林 和行

東京都大田区中央2-24-3-102

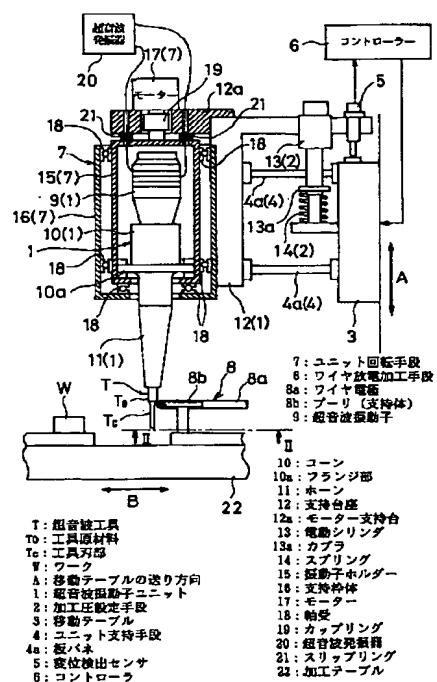
(72) 比喩明著 宮下 欣也  
神奈川県川崎市中原区宮内 3-4

(54) 【発明の名称】 超音波穴明け加工方法及びそのための加工装置並びにこれに用いる加工工具

(57) 【要約】 (修正有)

**【目的】** 超音波振動子ユニットに垂直精度良く超音波工具を取り付けて、極微小径の超音波穴明け加工を行う。

【構成】 超音波工具Tが取り付けられる超音波振動子ユニット1と、所定の初期加工圧でワークWに当接させる加工圧設定手段と、ワークWに対して超音波振動子ユニット1を変位させる移動テーブル3と、超音波振動子ユニット1の自重を支えるユニット支持手段4と、その位置変位を検出する変位検出センサ5と、移動テーブル3の送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラ5とを有する。穴明け加工を行うに際し、超音波振動子ユニット1に超音波工具Tの工具原材料T<sub>0</sub>を取り付け、超音波振動子ユニット1を回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回動させながら工具原材料T<sub>0</sub>にワイヤ放電研削加工手段8により工具刃部T<sub>c</sub>を形成し、回転中心に高精度で芯出しどする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 超音波工具が取り付けられる超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持するユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラとから構成された超音波穴明け加工装置で穴明け加工を行うに際し、上記超音波振動子ユニットに上記超音波工具の工具原材料を取り付け、この超音波振動子ユニットを回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回動させながら工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、この超音波振動子ユニットの回転中心に芯出しされた工具刃部を有する超音波工具で穴明け加工を行うことを特徴とする超音波穴明け加工方法。

【請求項2】 超音波振動子、コーン及びこのコーンに対して着脱可能であると共に超音波工具が取り付けられるホーンとを有する超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持するユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラとから構成された超音波穴明け加工装置で穴明け加工を行うに際し、コーンから取り外されたホーンに超音波工具の工具原材料を取り付け、このホーンを回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回動させながら工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成してこのホーンの回転中心に芯出しされた工具刃部を有する超音波工具を形成し、この超音波工具を備えたホーンを上記超音波振動子ユニットのコーンに取り付けて穴明け加工を行うことを特徴とする超音波穴明け加工方法。

【請求項3】 工具原材料のワイヤ放電研削加工は、走行ワイヤ電極とこの走行ワイヤ電極を支持する支持体とを有するワイヤ放電加工手段により、支持体に接する走行ワイヤ電極のワイヤ部分のみを用いて行う請求項1又は2記載の超音波穴明け加工方法。

【請求項4】 超音波工具が取り付けられる超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上

記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持するユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラと、上記超音波振動子ユニットを所定の速度で回転又は所定の角度ごとに間欠的に回動させるユニット回転手段と、この超音波振動子ユニットに取り付けられた工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成するワイヤ放電加工手段とを備えていることを特徴とする超音波穴明け加工装置。

【請求項5】 ユニット支持手段は、一端が移動テーブルに連結されていると共に他端が超音波振動子ユニットに連結されている板バネであり、この板バネにより上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持する請求項4記載の超音波穴明け加工装置。

【請求項6】 ユニット支持手段は、移動テーブルに取り付けられた超音波振動子ユニットの支持台座と、超音波振動子ユニットのコーンに設けられたフランジとの間に介装された磁気支持体であり、この磁気支持体により上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して上下動自在に支持する請求項4記載の超音波穴明け加工装置。

【請求項7】 超音波振動子、コーン及びこのコーンに対して着脱可能であると共に超音波工具が取り付けられるホーンとを有する超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持するユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラとから構成された超音波穴明け加工装置で用いられる加工工具であり、着脱可能に形成された上記超音波振動子ユニットのホーンと、このホーンに超音波工具の工具原材料を取り付け、このホーンを回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回動させながら工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成することにより、ホーンの回転中心に芯出しされた工具刃部を有する超音波工具と

からなることを特徴とする超音波穴明け加工用の加工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、超音波加工によって難削材に穴明け加工を行う超音波穴明け加工装置に係り、詳細には、数値制御による超音波加工を可能とするための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ファインセラミックス、ファインガラス、ファインカーボン等の難削材に対する小径穴、異形穴等の穴明け加工には主として超音波加工装置が用いられている。周知の如く超音波加工とは、所定の送り速度で相対的に移動する工具とワークとを適当な加工圧で当接させると共に、上記ワーク加工面と工具との当接位置には砥粒を供給し、超音波振動子で上記工具に超音波振動を与えるながら砥粒を振動させ、その運動エネルギーによってワークを破碎する加工法である。

【0003】従来、この超音波加工装置としては、以下に示すものが知られている。先ず第一に、工具を装着した超音波振動子ユニットの重量と加工圧設定用の錘の重量とを釣り合わせ、両者の重量差を調整して工具を微小加工圧でワークに当接させる加工装置が知られている。この加工装置において、ワークに対する工具の送り速度は上記錘の重量の加減により調整される。

【0004】また、油圧シリンダによって移動可能な加工テーブルにワークを固定し、固定された超音波振動子ユニットに対してワークを移動させながら加工圧を発生させる加工装置も知られている。この加工装置において、加工テーブルの送り速度は油圧シリンダによって各加工毎に設定される。更に、超音波振動子ユニットの自重と釣り合った支持力で超音波振動子ユニットを下方から支持する一方、上方からは所定の圧力で超音波振動子ユニットを付勢し、この状態で工具を一定の送り速度で移動させて加工を行う加工装置も知られている。

【0005】ところで、この超音波加工において、工具がワークに切り込む加工速度は工具とワーク加工面との間に生じている加工圧に依存している。すなわち、最適な加工圧によってのみ最大の加工速度を得ることができ、加工圧がこの最適加工圧より過大であっても過小であっても最大加工速度を得ることはできない。また、最適加工圧は工具の振幅状態やスラリー供給状態の変化に応じて常に変化しているので、工具を一定の送り速度でワークに対して変位させていたのでは常に最適な加工圧を維持することができない。従って、超音波加工における加工効率の向上のためには、常に工具とワーク加工面との間に最適な加工圧が発生するように、加工の進行に応じて工具の送り速度を細かく制御する必要がある。

【0006】しかしながら、このような従来の技術では、そのいずれにおいても工具あるいはワークの送り速

度が一定であり、加工途中における工具摩耗量を検知して工具送り速度等の加工条件を制御することは困難であり、加工の開始から終了まで常に最適な加工圧を維持することができなかつた。このため、従来の超音波加工装置は加工効率が著しく悪いものであった。また、従来の加工装置は発生している加工圧が最適加工圧に合致しているか否かを客観的に検出する手段を備えていないので、工具あるいはワークの送り速度を設定するに当たつては作業者の熟練が必要であった。このため、加工費の大部分を人件費が占めてしまい、加工コストの低減には自ずと限界があつた。

【0007】そこで、本発明者らは、先に、このような問題を解決した超音波穴明け加工装置を開発し、提案した。すなわち、特願平4-227745号において、超音波工具が取り付けられる超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して揺動自在に連結する板バネ等からなるユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラとから構成された超音波穴明け加工装置を提案した。

【0008】また、特願平5-139786号において、上記ユニット支持手段が、移動テーブルに取り付けられた超音波振動子ユニットの支持台座と、超音波振動子ユニットのコーンに設けられたフランジとの間に介装された磁気支持体からなり、この磁気支持体により上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して上下動自在に支持する超音波穴明け加工装置を提案した。

【0009】これら本発明者らの提案に係る超音波穴明け加工装置によれば、工具とワークとの間に常に最適な加工圧が発生するよう工具の送り速度を精密に制御することができ、また、この加工圧に基づいて工具の送り速度を数値制御することにより人的労力の軽減を図ることもでき、更に、工具の摩耗量を正確に把握して無駄な共削り加工の発生を防止することができ、飛躍的に加工効率の向上を図ることができる。

【0010】ところで、このような超音波穴明け加工装置においても、超音波振動子ユニットに取り付けられた超音波工具の垂直精度が悪いと、正確な穴明け加工が困難になるばかりでなく、この超音波工具がその垂直精度誤差に基づいて変形したり、あるいは、破損するがあり、特に、超音波工具の工具径が細くなればなるほど

この傾向が顕著になる。

【0011】しかるに、超音波穴明け加工装置において、その超音波振動子ユニットを垂直精度良く設置することは比較的のようであるが、この超音波振動子ユニットに超音波工具を取り付けることは、その工具径が細くなればなるほど困難になり、しかも、このように工具径が細くなると超音波工具の取扱いも極めて困難になるという問題がある。

#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、かかる観点に鑑みて創案されたもので、その目的とするところは、超音波振動子ユニットに垂直精度良く超音波工具を取り付けて超音波穴明け加工を行うことができる超音波穴明け加工方法を提供することにある。

【0013】また、本発明の他の目的は、超音波振動子ユニットに垂直精度良く超音波工具を取り付け、これによって工具径の細い超音波工具の使用を可能にし、極微小径の超音波穴明け加工を行うことができる超音波穴明け加工方法を提供することにある。

【0014】更に、本発明の他の目的は、超音波振動子ユニットに垂直精度良く超音波工具を取り付けることができ、これによって極微小径の超音波穴明け加工も可能な超音波穴明け加工装置を提供することにある。

【0015】更に、本発明の他の目的は、極細の工具径を有する超音波工具であっても、この超音波工具を容易にその垂直精度良く超音波振動子ユニットに取り付けることができる超音波穴明け加工用の加工工具を提供することにある。

#### 【0016】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明は、超音波工具を取り付けられる超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持するユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラとから構成された超音波穴明け加工装置で穴明け加工を行うに際し、上記超音波振動子ユニットに上記超音波工具の工具原材料を取り付け、この超音波振動子ユニットを回転させながら工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、この超音波振動子ユニットの回転中心に芯出した工具刃部を有する超音波工具で穴明け加工を行う超音波穴明け加工方法である。

#### 【0017】

びこのコーンに対して着脱可能であると共に超音波工具が取り付けられるホーンとを有する超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持するユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラとから構成された超音波穴明け加工装置で穴明け加工を行なうに際し、コーンから取り外されたホーンに超音波工具の工具原材料を取り付け、このホーンを回転させながら工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成してこのホーンの回転中心に芯出した工具刃部を有する超音波工具を形成し、この超音波工具を備えたホーンを上記超音波振動子ユニットのコーンに取り付けて穴明け加工を行う超音波穴明け加工方法である。

【0018】更に、本発明は、このような超音波穴明け加工方法を実施する際に好適に用いることができる超音波穴明け加工装置であり、また、超音波穴明け加工用の加工工具である。

【0019】本発明において、超音波穴明け加工装置の構成は、基本的には、特願平4-227745号や特願平5-139786号において提案されたものと同じものでよく、超音波工具を取り付けられる超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持するユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラとを備えたものが使用される。

【0020】そして、上記超音波振動子ユニットとしては、それが超音波振動子、コーン及び超音波工具が着脱可能に取り付けられるホーンで構成され、これら超音波振動子、コーン及びホーンの全体が一体的に形成されていてよく、また、少なくとも上記コーンに対してホーンが着脱可能に形成され、超音波工具の取り付け作業の際にはこのホーンをコーンから取り外して行なうことができるようになっているものでもよい。

【0021】また、本発明においては、穴明け加工を行なうに際し、超音波振動子ユニットに研削加工されて超音

波工具となる工具原材料を取り付け、この超音波振動子ユニットを回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回動させながら工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、これによって超音波振動子ユニットに取り付けられてその回転中心に芯出しされた工具刃部を有する超音波工具を形成し、穴明け加工を行うか、あるいは、コーンからホーンを取り外し、この取り外したホーンに超音波工具の工具原材料を取り付け、このホーンを回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回動させながら工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、これによってホーンの回転中心に芯出しされた工具刃部を有する超音波工具を形成し、この超音波工具が取り付けられたホーンを超音波振動子ユニットのコーンに取り付けて穴明け加工を行う。

【0022】ここで、超音波振動子ユニットあるいは取り外されたホーンに取り付けられた工具原材料を研削加工して超音波工具に形成するためのワイヤ放電研削加工としては、代表的には例えば、特開昭55-54138号公報に記載の方法、すなわち、ワイヤ電極と、このワイヤ電極を所定の形状にガイドする摺動若しくは回転する複数のガイドと、これらガイド間に上記ワイヤ電極を所定のテンションをかけながら巻取り移動させる移動装置とからなり、ガイドされるワイヤ電極の輪郭を加工に利用するものであって、このワイヤ電極を工具原材料に所定の間隔を維持して対向せしめ、これらワイヤ電極と工具原材料との間に加工パルスを供給して所定の研削加工を行う方法や、特公平4-28486号公報記載の方法、すなわち、工具原材料の加工部位に近接するワイヤ電極をブーリ等の支持体に接するワイヤ部分のみとし、このワイヤ部分と工具原材料の加工部位との間のみに放電を行わせて指定の研削加工を行う方法が挙げられる。

【0023】本発明において、超音波振動子ユニットに工具原材料を取り付け、この工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、これによって穴明け加工を行う場合には、超音波穴明け加工装置に超音波振動子ユニットを所定の速度で回転又は所定の角度ごとに間欠的に回動させるユニット回転手段を設けると共に、ワークが搭載される加工台には上記超音波振動子ユニットに取り付けられた工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成するワイヤ放電加工手段を設置し、このワイヤ放電加工手段による工具原材料のワイヤ放電研削加工が終了した後に、加工台を移動させてこの加工台に搭載されたワークを形成された超音波工具で穴明け加工するのがよい。

【0024】また、コーンから取り外されたホーンに工具原材料を取り付け、この工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、これによってホーンに取りつけられた超音波工具を形成し、この超音波工具が取り付けられたホーンを超音波振動子ユニットのコーンに取り付けて穴明け加工を行う場合には、ワイヤ放電加

工手段に、ホーンを垂直に固定してこのホーンを回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回動させるホーン回転手段を設けるのがよい。

【0025】更に、超音波振動子ユニットのホーンに超音波工具を取り付ける手段については、このホーンから超音波工具への超音波の伝達効率を高めるために、好ましくはホーンと超音波工具との間を組織的に一体に連結するのがよく、そのためにこれらホーンと超音波工具との間をロウ付けあるいはハンダ付けで固定するのがよい。

【0026】なお、工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して形成される工具刃部の断面形状については、特に円形状に限られるものではなく、工具原材料が取り付けられた超音波振動子ユニットあるいはホーンを所定の角度ごとに間欠的に回動させながらこの工具原材料にワイヤ放電研削加工を施すことにより、例えば、三角形、四角形、五角形等の各種の形状を有する工具刃部を形成することができる。

#### 【0027】

【作用】本発明によれば、超音波振動子ユニットに工具原材料を取り付け、この工具原材料を回転又は所定の角度で回動させながらワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、形成された超音波工具を超音波振動子ユニットから取り外すことなくそのまま穴明け加工を行うので、超音波振動子ユニットの垂直精度に若干の誤差があってもその先端に取り付けられた超音波工具の垂直精度は確保され、工具の変形や破損の事故を可及的に防止することができ、また、超音波穴明け加工を正確にかつ円滑に実施することができ、これによって工具径の細い超音波工具の使用を可能にし、極微小径の超音波穴明け加工を行うことができる。

【0028】また、本発明によれば、超音波振動子ユニットのコーンから取り外されたホーンに工具原材料を取り付け、この工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、これによってホーンに取りつけられた超音波工具を形成し、この超音波工具が取り付けられたホーンを超音波振動子ユニットのコーンに取り付けて穴明け加工を行うので、超音波振動子ユニットの垂直精度を確保さえすれば、この超音波振動子ユニットの垂直精度がそのまま超音波工具の垂直精度に反映され、工具の変形や破損の事故を可及的に防止することができ、また、超音波穴明け加工を正確にかつ円滑に実施することができ、これによって工具径の細い超音波工具の使用を可能にし、極微小径の超音波穴明け加工を行うことができる。

#### 【0029】

【実施例】以下、添付図面に示す実施例に基づいて、本発明を具体的に説明する。

#### 【0030】実施例1

図1及び図2に本発明の実施例1に係る超音波穴明け加

工装置の概略が示されている。この図1及び図2において、超音波穴明け加工装置は、超音波工具Tが取り付けられる超音波振動子ユニット1と、この超音波振動子ユニット1を付勢して上記超音波工具Tを所定の初期加工圧でワークWに当接させる加工圧設定手段2と、ワークWに対して上記超音波振動子ユニット1を変位させる移動テーブル3と、上記超音波振動子ユニット1の自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニット1を上記移動テーブル3にその送り方向Aに対して移動自在に支持するユニット支持手段4と、上記超音波振動子ユニット1の移動テーブル3に対する位置変位を検出する変位検出センサ5と、この変位検出センサ5の検出信号に基づき上記移動テーブル3の送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラ6と、上記超音波振動子ユニット1を所定の速度で回転又は所定の角度ごとに間欠的に回動させるユニット回転手段7と、この超音波振動子ユニット1に取り付けられた工具原材料T。にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部T。を形成するワイヤ放電加工手段8とを備えている。

【0031】この実施例において、上記超音波振動子ユニット1は、互いに同軸上に配置されている超音波振動子9、コーン10及びホーン11と、上記コーン10に設けられたフランジ部10。を介してこれら超音波振動子9、コーン10及びホーン11を支持する支持台座12とで構成され、この支持台座12を介してユニット支持手段4により移動テーブル3に支持されるようになっていると共に、上記ホーン11にはその同軸上に超音波工具Tが取り付けられるようになっている。ここで、上記ユニット支持手段4は、板バネ4。で構成されており、上記超音波振動子ユニット1の自重と釣り合ってこれを支持していると共に、この超音波振動子ユニット1が移動テーブル3に対して揺動可能となるようにこの超音波振動子ユニット1を支持している。

【0032】また、上記加工圧設定手段2は、超音波振動子ユニット1の支持台座12に取り付けられた電動シリンドラ13とそのピストンの一端に設けられたカプラ13。を介して移動テーブル3との間に介装されたスプリング14とで構成されている。そして、この加工圧設定手段2が超音波振動子ユニット1に及ぼす付勢力は、加工条件に応じて各穴明け加工毎に設定し直され、図示外のコントローラで若しくは上記移動テーブル3のコントローラ6を兼用してそのコントローラ6で電動シリンドラ13を駆動し、その設定が行われる。

【0033】また、上記超音波振動子ユニット1を所定の速度で回転又は所定の角度ごとに間欠的に回動させるユニット回転手段7は、基本的には、そのコーン10に設けられたフランジ部10。を介して取り付けられた振動子ホルダー15と、上記超音波振動子ユニット1の支持台座12に固定され、軸受18を介して上記振動子ホルダー15を回転自在に保持する支持枠体16と、上記

振動子ホルダー15に連結されてこの振動子ホルダー15を回転させるモーター17とで構成されている。

【0034】この実施例において、上記モーター17は、超音波振動子ユニット1の支持台座12に設けられたモーター支持台12。に搭載され、回転方向の拘束力の小さなカッピング19を介して振動子ホルダー15に連結されて回転駆動力をこの振動子ホルダー15に伝達するようになっており、また、上記モーター支持台12。と振動子ホルダー15との間に超音波発振器20から高周波電力を回転する超音波振動子9に伝達するためのスリップリング21が介装されている。

【0035】更に、この実施例においては、超音波穴明け加工を実施する際にその穴明け加工に先駆けて、超音波工具Tの工具刃部T。を形成するワイヤ放電研削加工が行われる。そして、このワイヤ放電研削加工を行うためのワイヤ放電加工手段8は、基本的には、走行するワイヤ電極8。と、このワイヤ電極8。を支持して超音波振動子ユニット1に取り付けられた工具原材料T。の加工部位に相対するワイヤ電極8。の加工ワイヤ部分を形成するブーリ8。等の支持体とを備えており、このワイヤ放電研削加工で形成される超音波工具Tにより超音波穴明け加工されるワークWと共に加工テーブル22に搭載されている。

【0036】ここで、上記ワイヤ放電加工手段8により、超音波振動子ユニット1に取り付けられた工具原材料T。にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部T。を形成する方法については、特開昭55-54138号公報や特公平4-28486号公報記載の方法でよく、特に限定されるものではないが、好ましくは微細棒の加工に適した特公平4-28486号公報記載の方法がより好ましい。

【0037】そして、この実施例の場合には、先ず、ロウ付けやハンダ付け等の方法で工具原材料T。を超音波振動子ユニット1のホーン11に一体的に固定し、次いでユニット回転手段7でこの超音波振動子ユニット1を回転させてその先端で工具原材料T。を回転させ、加工テーブル22を所定の移動方向Bに沿って移動させてワイヤ放電加工手段8のワイヤ電極8。の加工ワイヤ部分を工具原材料T。の加工部位に接近させ、かつ、移動テーブル3を移動方向Aに沿って移動させ、この工具原材料T。の加工部位に所望の工具刃部T。を形成して工具原材料T。を所定の超音波工具Tに仕上げる。次に、上記加工テーブル22を移動方向Bに沿って移動させ、超音波工具TをワークWに接近させ、所定の超音波穴明け加工を行う。

【0038】なお、この実施例1の超音波穴明け加工装置によるワークWに対する超音波穴明け加工は、特願平4-227745号明細書に記載された方法でよく、図示外の砥粒が供給されたワークWの加工面に上記超音波工具Tを当接させ、超音波振動子9で超音波工具Tに振

動を与えると共に、移動テーブル3を所定の送り速度で下降させ、このとき超音波工具Tを所定の加工条件に応じた最適な付勢力で下方に向けて抑え付け、超音波工具TとワークWとの間に最大加工速度を得るための初期加工圧を付与する。そして、この際に、上記コントローラ6に格納した移動テーブル3の制御プログラムにより、超音波加工中における移動テーブル3の送り速度及び／又は送り量を制御し、また、超音波工具Tの摩耗量の検出及び送り量の補正制御を行う。

【0039】従って、この実施例1においては、超音波振動子ユニット1のホーン11に一体的に工具原材料T<sub>0</sub>を固定し、そこでこの超音波振動子ユニット1を回転させながら所定の工具刃部T<sub>0</sub>を形成して超音波工具T<sub>0</sub>とし、この超音波工具T<sub>0</sub>を取り外すことなくそのままワークWに接近させ、所定の超音波穴明け加工を行うようになっているので、工具刃部T<sub>0</sub>は超音波振動子ユニット1の軸芯に正確に一致し、その高い垂直精度が達成される。

#### 【0040】実施例2

次に、図3及び図4に本発明の実施例2に係る超音波穴明け加工装置の概略が示されている。

【0041】この図3及び図4の超音波穴明け加工装置においては、そのユニット支持手段4が、移動テーブル3に取り付けられた超音波振動子ユニット1の支持台座12と、超音波振動子ユニット1のコーン10に設けられたフランジ部10<sub>0</sub>との間に介装された磁気支持体4<sub>0</sub>であり、この磁気支持体4<sub>0</sub>により上記超音波振動子ユニット1の自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニット1を上記移動テーブル3にその送り方向Aに対して上下動自在に支持しており、他の点は上記実施例1の場合と同様である。

【0042】なお、図中、符号23はベルチエ素子を示し、符号24は放熱フィンを示し、符号25はベルチエ素子23に直流電流を供給するベルチエ素子用電源を示し、また、符号26は磁気支持体4<sub>0</sub>のコントローラを示し、そして、その他の符号において、実施例1の場合と同じ番号のものは同じものを示す。

【0043】この実施例2においては、超音波振動子ユニット1のホーン11はコーン10に取外し可能に形成されており、このホーン11に超音波工具Tを取り付けるに当たっては、ホーン11をコーン10から取り外し、この取り外されたホーンに超音波工具Tの工具原材料T<sub>0</sub>を取り付け、図4に破線で示すように、図示外の適当な回転手段によりこのホーン11を回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回動させながらワイヤ電極8<sub>0</sub>とブリッジ8<sub>1</sub>等の支持体とを備えたワイヤ放電加工手段8で工具原材料T<sub>0</sub>にワイヤ放電研削加工を施

し、このホーン11の回転中心に芯出しされた工具刃部T<sub>0</sub>を有する超音波工具Tを形成し、この超音波工具Tを備えたホーン11を上記超音波振動子ユニット1のコーン10に取り付けて穴明け加工を行う。

【0044】従って、この実施例2においては、超音波振動子ユニット1における超音波振動子9、コーン10及びホーン11の垂直精度を確保しておけば、超音波工具Tがホーン11に高い垂直精度で取り付けられるので、結果として超音波振動子ユニット1に垂直精度良く取り付けられた超音波工具TによりワークWに超音波穴明け加工を行うことができる。

#### 【0045】

【発明の効果】本発明によれば、超音波振動子ユニットに垂直精度良く超音波工具を取り付けて超音波穴明け加工を行うことができ、これによって工具径の細い超音波工具の使用を可能にし、極微小径の超音波穴明け加工を行うことも可能になる。しかも、超音波工具とワークとの間に生じている加工圧が予め設定された初期加工圧よりも大きいか否かを判断し、その結果に基づいて超音波工具の送り速度を精密に制御して常に最適な加工敷を超音波工具とワークとの間に発生させることができるので、超音波加工の加工効率を飛躍的に高めることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、本発明の実施例1に係る超音波穴明け加工装置を示す概略説明図である。

【図2】 図2は、図1のII-II線矢視図である。

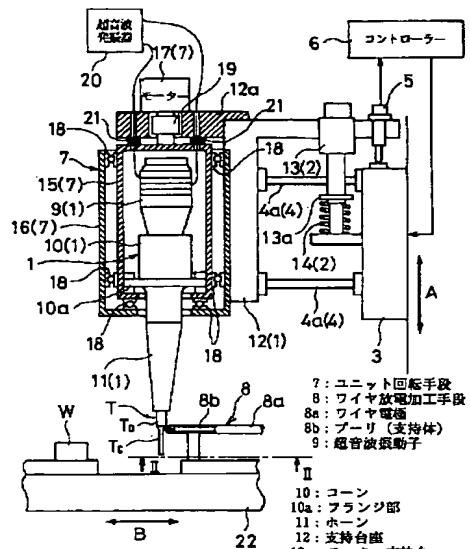
【図3】 図3は、本発明の実施例2に係る超音波穴明け加工装置を示す概略説明図である。

【図4】 図4は、図3における超音波工具が取り付けられたホーンを示す部分断面説明図である。

#### 【符号の説明】

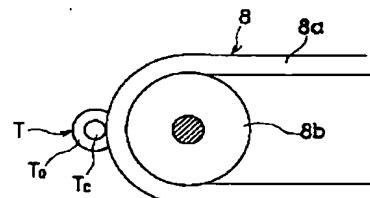
T…超音波工具、T<sub>0</sub>…工具原材料、T<sub>0</sub>…工具刃部、W…ワーク、A…移動テーブルの送り方向、1…超音波振動子ユニット、2…加工圧設定手段、3…移動テーブル、4…ユニット支持手段、4<sub>0</sub>…板バネ、4<sub>1</sub>…磁気支持体、5…変位検出センサ、6…コントローラ、7…ユニット回転手段、8…ワイヤ放電加工手段、8<sub>0</sub>…ワイヤ電極、8<sub>1</sub>…ブリッジ（支持体）、9…超音波振動子、10…コーン、10<sub>0</sub>…フランジ部、11…ホーン、12…支持台座、12<sub>0</sub>…モーター支持台、13…電動シリンダ、13<sub>0</sub>…カプラ、14…スプリング、15…振動子ホルダー、16…支持枠体、17…モーター、18…軸受、19…カップリング、20…超音波発振器、21…スリップリング、22…加工テーブル、23…ベルチエ素子、24…放熱フィン、25…ベルチエ素子用電源、26…コントローラ。

【図1】

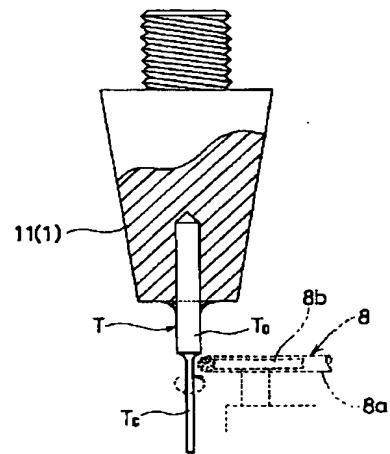


I: 超音波工具  
T<sub>d</sub>: 工具原材料  
T<sub>c</sub>: 工具刃部  
W: ワーク  
A: 移動テーブルの送り方向  
1: 超音波振動子ユニット  
2: 加工圧設定手段  
3: 移動テーブル  
4: ユニット支持手段  
4a: 磁バネ  
5: 位置検出センサ  
6: コントローラ  
10: コーン  
10a: フランジ部  
11: ホーン  
12: 支持台座  
12a: モーター支持台  
13: 電動リング  
13a: カブラ  
14: スプリング  
15: 振動子ホルダー  
16: 支持枠体  
17: モーター  
18: 輸受  
19: カッティング  
20: 超音波発振器  
21: スリップリング  
22: 加工テーブル

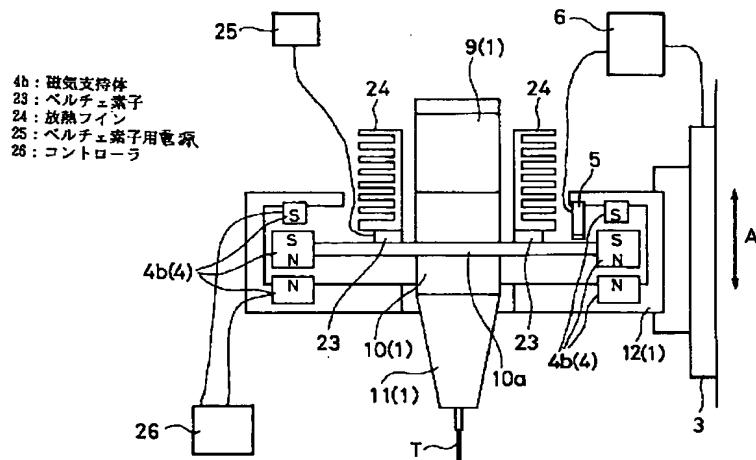
【図2】



【図4】



【図3】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**